

UNIVERSITE HASSAN II - MOHAMMEDIA
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES



FILIERE: MATHEMATIQUE, INFORMATIQUE ET PHYSIQUE
MIP (GROUPE B, TD 2, TP4)

COMTPE RENDU

DETERMINATION DE LA CONSTANTE DE PLANCK

DEPARTEMENT PHYSIQUE

P-411 MECANIQUE DU SOLIDE / MECANIQUE QUANTIQUE



REALISE PAR :

ENCADRES PAR :

SOMMAIRE

OBJECTIFS

- ✓ DETERMINATION DE LA CONSTANTE DE PLANCK PAR L'EFFET EXTERIEUR.

INTERET

- ✓ C'EST L'UNE DES PREMIERES EXPERIENCES DONT L'EXPLICATION DES RESULTATS NE FUT POSSIBLE Q'EN S'APPUYANT SUR LA NOUVELLE HYPOTHESE QUANTIQUE (APPLIQUEE AU CAS DE L'ENERGIE ELECTROMAGNETIQUE) ET QUI ACCOMPAGNE LE CONCEPT MODERNE DE PHOTON.

TP4 : DETERMINATION DE LA CONSTANTE DE PLANCK PAR L'EFFET PHOTOELECTRIQUE EXTERIEUR

I-Principe et étude théorique :

Une cellule photoélectrique est composée d'une photocathode (c'est l'électrode qui reçoit de la lumière et émet l'électron), et d'une électrode collectrice (anode) portée à un potentiel positif par rapport à la photocathode, le tout est place dans une enceinte sous vide
Une cellule photoélectrique au potassium est éclairée avec de la lumière de longueur d'ondes différentes. On détermine à partir des tensions photoélectriques mesurées le quantum d'action de Planck (constante de Planck).
L'irradiation d'une surface métallique par la lumière, provoque une émission d'électrons. Pour interpréter cet effet, on doit utiliser l'aspect corpusculaire de la lumière.
Si un photon provenant du faisceau incident, de fréquence ν, frappe la cathode, il peut, si son énergie est suffisante, extraire un électron du métal (effet photoélectrique extérieur). Une partie des électrons extraites parvient sur l'anode (non éclairé) constituant entre l'anode et la cathode une tension qui, au bout d'un temps (temps de charge) très court atteint la valeur limite U. les électrons ne peuvent démarrer contre le champ électrique constitue par la tension U que grâce à l'énergie cinétique maximum engendrée par le fréquence de la lumière :
La conservation de l'énergie nous donne donc l'équation :
Par conséquent, les électrons n'atteindront l'anode que jusqu'à ce que leur énergie dans le champ électrique soit égale à l'énergie cinétique :

$$\frac{1}{2} m v^2 = h \nu - W$$

$\frac{1}{2} m v^2$: énergie cinétique de l'électron expulsé.
$h \nu$: énergie du photon incident de fréquence.
W : énergie nécessaire pour extraire l'électron du métal.

Par conséquent, les électrons n'atteindront l'anode que jusqu'à ce que leur énergie dans le champ électrique soit égale à l'énergie cinétique :

$$\frac{1}{2} m v^2 = e U$$

Par suite de la constitution différente des surfaces de l'anode et de la cathode, il se forme un potentiel supplémentaire ϕ :

$$\frac{1}{2} m v^2 = e U + \phi$$

En supposant que W et ϕ sont indépendants de la fréquence, il existe entre la tension U (à mesurer avec une grande résistance) et la fréquence de la lumière une rotation linéaire (e étant la charge de l'électron) :

$$U = \frac{h}{e} V - \frac{W + \phi}{e}$$

II-Montage

Faire le montage du circuit comme c'est indique sur la figure ci-dessous. Les filtres interférentiels sont emboites (un seul à la fois) sur l'ouverture d'entrée de la lumière du boitier de la cellule photoélectrique.



Avant chaque mesure, on réchauffera pendant 10 secondes l'anode de la cellule photoélectrique pour faire disparaitre par évaporation les dépôts gênants. Au bout de 30 secondes environ, l'équilibre thermique est rétabli dans la cellule photoélectrique et la mesure peut être effectuée. On utilise l'amplificateur de mesure en tant que électromètre.
Entre les mesures, on décharge la capacité extérieure se trouvant a l'entrée à haute résistance de l'amplificateur de mesure en se servant de la touche « Zéro ».

III-MANIPULATION :

1- Le relevé des tensions photoélectrique avec les différents filtres :

Langueur d'onde λ (nm)	U1(V)	U2	U3	U4	U5	U moy	Δ U	ν (10^{14})	Δ ν (10^{14})
366	1.3	1. 3	1.3	1.3	1.3	1 .3	0	8.196	0.003
405	1.1	1.1	1	1	1.05	1.05	0.025	7.407	0.003
546	0.45	0.44	0.46	0.44	0.44	0.446	0.007	5.494	0.003
578	0.34	0.35	0.34	0.35	0.35	0.346	0 .002	5.190	0.003

Soient **λ** : Langueur d'onde du filtre.
ν : la fréquence en (Hz).
U : la tension en volt.

On $\nu = c/\lambda$ ➔ $\Delta(\nu) = c/\Delta(\lambda)$ Avec $\Delta(\lambda) = 1$ nm

La courbe correspondante représente de la tension entre la cathode et l'anode en fonction de la fréquence du filtre:

Détermination de la constante de rotation h :

$$U = \frac{h}{e} V - \frac{W + \phi}{e}$$

Donc U = A V + B
Donc A représente la pente dans la courbe.

On A = (Pmax + Pmin)/2

$$Pmax = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{(1.3 - 1.05)}{(8.196 - 7.407)\ 10^{14}} = 3.168\ 10^{-15}\ \mathbf{Hz}$$

$$Pmin = \frac{\Delta U}{\Delta V} = \frac{(1.3 - 0.466)}{(8.196 - 5.494) 10^{14}} = 3.160\ 10^{-15}\ Hz$$

Donc A = (Pmax + Pmin)/2 = $3.164\ 10^{-15}$ **Hz**

Et ΔA = (Pmax – Pmin)/2 = $4\ 10^{-18}$ Hz

Alors on conclut que

$h \pm \Delta h = e.A \pm e.\Delta A = 5.0624\ 10^{-34} \pm 6.4\ 10^{-37}$ j/s

Conclusion :

Puisque les valeurs expérimentales sont très proches des valeurs théoriques, on constate donc que :

- la constante de Planck à été déterminera en exploitant l'effet photo-électrique
- la radiation doit avoir ainsi un caractère corpusculaire et de cette façon, la lumière se comporte comme un ensemble de corpuscules-les photons